Comparación Dasométrica y Económica de Dos Intensidades de Raleo en un Cultivo de Teca (*TectonaGrandis*) en la Zona de Pedro Carbo Provincia del Guayas.

Milton R. Proaño [(1)]*Edwin R. Jiménez[(1)]
[(1)]Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
milripro@espol.edu.ec[(1)]*

Resumen

La presente investigación tuvo como fin la comparación de parámetros dasométricos y económicos de dos intensidades de raleo en un cultivo de teca ubicada en el cantón Pedro Carbo de la provincia del Guayas.Para la evaluación de los parámetros dasométricos se instalaron unidades permanentes de muestreo siguiendo la metodología propuesta por Adler &Synott (1992). Se evaluaron dos intensidades de raleo (30 y 50%) y un testigo, un total de nueve unidades de muestreo fueron instaladas -tres por tratamiento-.En cada una de las unidades de muestreo se midieron las variables: Diámetro a la altura del pecho (DAP) y Altura (H), siguiendo las recomendaciones de Prodan et al., (1997) para la correcta mensura forestal. El raleo de los árboles en las unidades de muestreo se realizó de acuerdo a lo recomendado por el CATIE. Dos evaluaciones de la variables dasométricas fueron ejecutadas, antes (09-11-2009) y después (12-06-2010) del raleo.La comparación de los tratamientos se realizó mediante un análisis de la varianza no paramétrico al 95% de confianza, se compararon los valores de incremento medio anual para las variables de DAP y Altura.El raleo de las plantaciones a una intensidad del 50% originó valores de incremento medio anual de altura (3,42m) y diámetro a la altura del pecho (0,029m) superiores significativamente (p<= 0,05) a los obtenidos en el raleo al 30% y el testigo.El tratamiento con mejores valores de incremento medio anual en DAP y Altura fue el dos (raleo al 50%), en el testigo se registraron los valores menores; adicionalmente, se obtuvo una utilidad neta de US$ 2.935 y 4.855 al ralear las plantaciones al 30 y 50% respectivamente.Se concluyó que el raleo de las plantaciones en un 50% permite incrementar los parámetros dasométricos en los árboles.

Palabras Claves:*Teca, Intensidades de Raleo, IMA, DAP*.

Abstract

The aim of this research was to comparedasometric and economic parameters of two thinning intensities in a teak plantation located in Pedro Carbo of the province of Guayas. For the evaluation of the dasometric parameters permanent sampling units were set following the methodology proposed by Adler &Synott. The effect of two thinning intensities (30 and 50%) and a control were evaluated, a total of nine sample units were installed, three per treatment. In each of the sampling units are measured variables: diameter at breast height (DBH) and height (H), as recommended by Prodan for proper forest mensuration. The thinning of trees in the sampling units was performed as recommended by CATIE. Two evaluations of forest variables were performed before (09-11-2009) and after (12-06-2010) thinning. The treatment comparison was performed using a nonparametric analysis of variance 95% confidence; the average annual increment values for the variables of DBH and height were compared. Thinning of plantations at an intensity of 50% originated settings mean annual increment in height (3.42 m) and diameter at breast height (0.029 m) significantly higher (p <= 0.05) than those obtained in the thinning to 30% and the control. Treatment with best values of mean annual increment in DBH and height were the two (thinning 50%) in the control was recorded lower values, additionally, reported net income of U.S. $ 2,935 and 4,855 to thin the plantation to 30 and 50% respectively. It was concluded that the thinning of plantations by 50% allows mensuration parameters increase in the trees.

Keywords: *Teak, thinning intensities, IMA, DAP*.

1. Introducción

La producción y exportación de Teca en el Ecuador no es un campo bien desarrollado y por lo tanto relativamente pequeño. Sin embargo, los beneficios

que brinda la explotación de esta especie maderable, ha incentivado la inversión en el sector por parte de empresarios privados y organizaciones. [1]. Tal es la importancia de la teca en la economía del país, que en el año 2004, mediante resolución del ministerio de ambiente, se creó la Asociación Ecuatoriana de Productores de Teca y Maderas Tropicales. [2].

El gran valor comercial de la teca, se debe al empleo de la madera en la elaboración de finos muebles, pisos, tumbados, tallados y ebanistería en general. Así, la Escuela Superior Politécnica del Litoral, con el afán de desarrollar metodologías para producir eficientemente la madera, realiza investigaciones en esta temática. [1].

El raleo de las plantaciones, es una labor cultural que permite reducir el número de árboles en un rodal para que los remanentes tengan más espacio para el desarrollo de sus raíces y copas, lo que favorece su crecimiento en diámetro. Así alcanzarán un tamaño comercial más rápidamente. [3]. Esta actividad no ha sido profundamente estudiada en el Ecuador, el raleo ejecutado por productores de Teca en el país no obedece a estudios previamente diseñados sobre la estandarización de metodologías para realizar la labor en las plantaciones.

En este sentido el objetivo general de esta investigación consiste en comparar parámetros dasométricos y económicos de dos intensidades de raleo en un cultivo de teca ubicado en Pedro Carbo.

Los objetivos específicos que permitieron cumplir el general fueron: 1) Instalar unidades de muestreo permanentes en la plantación de teca. 2) Medir parámetros dasométricos en las unidades de muestreo permanente. 3) Realizar el análisis de los datos de parámetros dasométricos y económicos obtenidos en las unidades de muestreo bajo dos intensidades de raleo comparadas con un testigo.

2. Materiales y Métodos.

La presente investigación estuvo orientada a la validación de la siguiente hipótesis:

“Al ralear las plantaciones de Teca a diferentes intensidades, se incrementan los valores de diámetro a la altura del pecho (DAP) y Altura de los árboles en los posteriores seis meses”.

2.1 Ubicación del ensayo

La presente investigación fue realizada en la localidad de sabanilla del cantón Pedro Carbo en las coordenadas geográficas: 1^{0}53’36.30” de Latitud Sur y 80^{0}17’45.58” de Longitud Oeste.Al suroeste del Cantón Pedro Carbo. El área de estudio presenta una altitud de 118 msnm, El terreno es plano con leves ondulaciones, cuenta con un clima de tipo monzónico. La temperatura promedio de la zona de estudio es de 25.6 ^{0}C y la precipitación anual de 989 mm, así, según la clasificación de las zonas de vida de Holdridge, el área en la que se realizó la investigación pertenece a un bosque muy seco tropical [4]. La figura 1 muestra la ubicación geográfica de la zona de estudio.

Se realizó el experimento en la hacienda FULLMEDIA S.A. ubicada en el Km 10 de la vía al Jeve, de aproximadamente 406 has de superficie, el área sembrada con teca a la actualidad es de 107 has, los árboles fueron sembrados en el 2005 con material de siembra obtenidos de viveros de Quevedo y Daule la densidad de plantación de la teca es de 2m X 2m.

2.2 Metodología de la Investigación

El recorrido inicial del área de estudio (Figura 1) fue realizado con la finalidad de reconocer los sitios más idóneos para la instalación de las unidades de permanente muestreo y para la orientación de los bloques, se consideraron para el desarrollo de la investigación zonas con características homogéneas, áreas con características visiblemente diferentes no fueron consideradas en este trabajo, debido a que dichas diferencias en altura o DAP, pueden incidir al momento de realizar el análisis de datos.

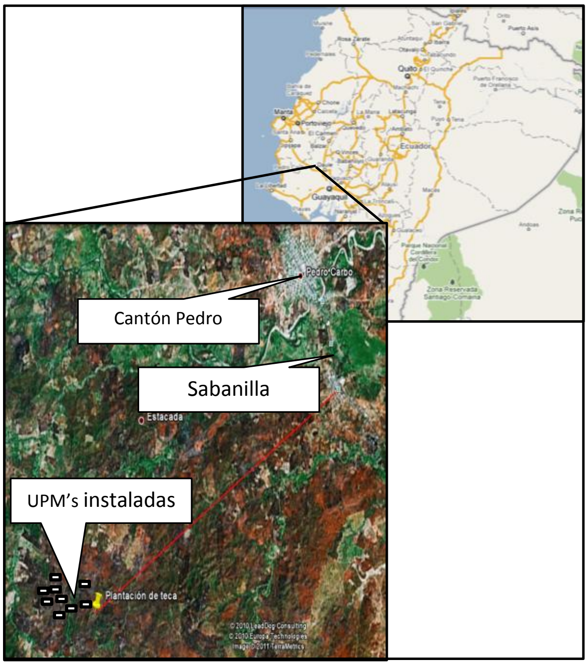


Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de estudio. Sabanilla, Cantón Pedro Carbo, Guayas, Ecuador. (Fuente: Google EARTH 6.2)

Se realizaron un total de nueve unidades de muestreo de 500 m^2 (20m X 25m) cada una. Un total de 125 árboles fueron valorados al inicio de la investigación por cada unidad de muestreo. Se realizaron dos evaluaciones, antes y después del raleo a un intervalo de tiempo de 8 meses.

Posterior a la instalación de las unidades de muestreo, se procedió a registrar los valores de diámetro a la altura del pecho y altura de cada árbol. Se realizó el raleo de la plantación a diferentes intensidades inmediatamente después de la toma de

datos en todas las unidades de muestreo, el raleo se realizó mediante la selección de los árboles basada en los siguientes criterios:

- Estado fitosanitario: se eliminaron árboles con problemas de plagas o enfermedades.
- Rectitud del tronco: árboles torcidos o bifurcados fueron raleados.
- Diámetro: se favorecieron los árboles con mayor DAP.
- Altura: se ralean preferentemente los árboles de menor altura.
- Los árboles muertos o faltantes al momento de realizar las evaluaciones se consideraron raleados.

2.3 Instalación de UPMs

La instalación de las UPM's se realizó siguiendo el método utilizado por Adler &Synott[5], el cual sugiere el método 3, 4, 5 para hacer coincidir los vértices en las unidades de muestreo de tipo cuadrado. Se instalaron las unidades de muestreo en noviembre del 2009, dos meses posteriores a la instalación de las UPM's se realizó un monitoreo a las unidades con la finalidad de eliminar rebrotes que puedan aparecer después del raleo. La segunda evaluación se realizó en Julio del 2010, para medir los valores de DAP y altura después del raleo.

2.4 Medición de variables.

Se consideraron las variables bajo los criterios utilizados en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [6]: Diámetro medido a la altura del pecho (DAP: 1.3 m sobre el nivel del suelo) y altura total medida utilizando un altímetro tipo Haga.

Para el análisis de los datos se calcularon los valores de Incremento medio anual en DAP y Altura. Los valores de DAP, IMA y Volumen para efectos de esta investigación se determinaron como sigue:

$$DAP = \frac{CAP}{\pi}, \text{ donde;}$$

$DAP = Diámetro\ a\ la\ altura\ del\ pecho$
$CAP = Circunferencia\ a\ la\ altura\ del\ pecho$

$$G = \frac{DAP^2 x\, \pi}{4}, donde;$$

$G = Area\ basal$
$DAP = Diámetro\ a\ la\ altura\ del\ pecho$

$$V = G\ x\ H(F), donde;$$

$V = Volumen$
$G = Area\ basal$
$H = Altura$
$F = Factor\ de\ forma\ en\ latifoliadas\ (0{,}6)$

$$IMA_{DAP} = \frac{DAP_{\ dr} - DAP_{ar}}{m}\, x\ 12, \text{ donde;}$$

$IMA_{DAP} = Incremento\ medio\ anual\ en\ DAP$
$DAP_{dr} = Diámetro\ a\ la\ altura\ del\ pecho\ despues\ del\ raleo$
$DAP_{ar} = Diámetro\ a\ la\ altura\ del\ pecho\ antes\ del\ raleo$
$m = intervalo\ de\ tiempo\ entre\ la\ primera\ y\ la\ segunda\ evaluación$

$$IMA_H = \frac{H_{\ dr} - H_{ar}}{m}\, x\ 12, donde;$$

$IMA_H = Incremento\ medio\ anual\ en\ Altura$
$H_{dr} = Altura\ despues\ del\ raleo$
$H_{ar} = Altura\ antes\ del\ raleo$
$m = intervalo\ de\ tiempo\ entre\ la\ primera\ y\ la\ segunda\ evaluación$

2.5 Análisis dasométrico y económico.

Para el análisis dasométrico, se calcularon los valores de Incremento medio anual del diámetro a la altura del pecho (IMA DAP) y de la altura (IMA altura).

Se determinó al mejor tratamiento mediante la prueba del análisis de la varianza no paramétrica (ANOVA) debido a que los datos no se ajustan a un modelo distribucional normal, para la comprobación de la normalidad se empleó la prueba de Shapiro-Wilks (modificado) (Tabla 2). La hipótesis nula considerada en el Análisis de la Varianza fue: que las medias de los tratamientos sean estadísticamente iguales (**H_0: μ_1=μ_2**) a un nivel de confianza del 95%. En la prueba de Shapiro-Wilks se probó la hipótesis nula de normalidad.

El análisis económico se realizó mediante la comparación de los costos de raleo de teca y sus beneficios.

3. Materiales y Métodos.

3.1 Análisis dasométrico.

La tabla 1 muestra los valores de los parámetros dasométricos medidos antes y después de realizar el raleo en las unidades de muestreo, los valores mayores de diámetro a la altura del pecho y altura se registraron en el testigo. No se observan mayores diferencias entre los tratamientos que fueron sometidos a dos intensidades de raleo. La tabla 1 permite visualizar el comportamiento de los parámetros dasométricos en las dos evaluaciones realizadas. Los valores de DAP y altura no son los peores según la tabla 1, esto se debe a que el promedio de esos parámetros al inicio de la investigación fueron considerablemente buenos, sin embargo, los tratamientos en las unidades de muestreo se realizaron al azar.

Tabla 1 Valores promedio de parámetros dasométricos de los árboles en dos evaluaciones, antes y después de aplicar el raleo.

PARÁMETROS DASOMÉTRICOS EN LAS DOS EVALUACIONES								
Tratamiento	Primera evaluación[1]				Segunda evaluación[2]			
	DAP (m)	G (m2)	H (m)	V(m3)	DAP (m)	G (m2)	H (m)	V(m3)
Raleo al 30%	0,0755	0,0046	9,4	0,0261	0,09530	0,00728	10,9	0,04794
Raleo al 50%	0,0784	0,0049	9,1	0,0271	0,10337	0,00848	10,7	0,05411
Testigo*	0,0832	0,0056	9,9	0,0331	0,09687	0,00755	12,8	0,05810

* Las unidades de muestreo no se relearon   G= Area basal   1= Antes del raleo
CAP= Circunferencia a la altura del pecho   H= Altura   2= Despues del raleo
DAP= Diámetro a la altura del pecho   V= Volumen

El Análisis de la Varianza realizado para la determinación del tratamiento con los mejores parámetros dasométricos, muestra que existen diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes intensidades de raleo y el testigo para las dos variables evaluadas.

La prueba de Kruskal Wallis separa las medias de los tratamientos en tres diferentes grupos. El valor $p < 0,005$ permite rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias. El tratamiento 2 (raleo al 50 %) presenta los mayores valores de Incremento Medio Anual en DAP y altura.

Tabla 2 Comparación del incremento medio anual en altura y diámetro a la altura del pecho entre los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Número de árboles	IMA DAP (m)	IMA ALTURA (m)
Raleo 50 %	137	0,0290 ± 0,00086 **a** [e]	3,42 ± 0,07 **a**
Raleo 30 %	187	0,0242 ± 0,00045 **b**	2,64 ± 0,05 **b**
Testigo [d]	247	0,0202 ± 0,00048 **c**	2,29 ± 0,05 **c**
H *test*		116,96 *	127,24 *
Valor p		< 0,0001	< 0,0001

** Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas (p<=0,05)*
d Las unidades de muestreo no se relearon
e x ± sem;   sem= √(σ/n)

3.2 Análisis económico.

El flujo de caja (Tabla 3), muestra los gastos por hectárea en los que se incurre al momento de realizar el raleo a diferentes intensidades en una plantación de Teca; se presenta además, los beneficios económicos obtenidos por el aprovechamiento del material raleado, destacando la venta de postes y palancas.

La venta de los árboles raleados, genera un margen de utilidad de US$ 2.935 y 4.855 en las intensidades de raleo de 30 y 50 % respectivamente. Siendo el costo en la intensidad de raleo al 30 % de US$ 440/ha y al 50 % de US$ 770/ha, estos costos son totalmente cubiertos por este rubro, tal como se observa en la Tabla 3.

Tabla 3 . Flujo de Caja originado por el raleo a diferentes intensidades de una plantación de teca al año sexto**.**

EGRESOS		**Precio Unitario (US$)**	**TRATAMIENTOS**				
			Raleo 30%		**Raleo 50%**		**Testigo**
			Cant.	**Total**	**Cant.**	**Total**	**Total**
Jornales [1]	Agricultores [2]	70	4	280	7	490	0
	Motosierrista [3]	30	4	120	7	210	0
	Ayudante	10	4	40	7	70	0
Total de Egresos				440		770	0
INGRESOS							
	Poste [4]	3	750	2250	1250	3750	0
	Palanca [5]	1,5	750	1125	1250	1875	0
Total de Ingresos				3375		5625	0
UTILIDAD				**2935**		**4855**	**0**

1 Jornada laboral, día de trabajo.
2 Se empleaton siete agricultores para el traslado de palancas y trozas al lindero.
3 Este rubro incluye el alquiler de la máquina y su operación.
4 Tronco del arbol de 2,5 m desde el nivel del suelo.
5 Tronco del arbol de 1,5 m luego de la obtención de los postes.

4. Conclusiones

El raleo de las plantaciones a una intensidad del 50% originó valores de incremento medio anual de altura (3,42m) y diámetro a la altura del pecho (0,029m) superiores significativamente (p<= 0,05) a los obtenidos en el raleo al 30% y el testigo.

Los gastos incurridos al momento de realizar el raleo, son totalmente cubiertos por las activos generados de la venta del material raleado, adicionalmente, se obtuvo una utilidad neta de US$ 2.935 y 4.855 al ralear las plantaciones al 30 y 50% respectivamente.

El mayor incremento medio anual en Altura (3,42m), se registró en el tratamiento 2.

En mayor incremento medio anual en DAP (0,029m), se registró al ralear los árboles a una intensidad de 50%.

Recomendaciones

Se recomienda continuar los estudios referentes al segundo y tercer raleo en la plantación, con la finalidad de realizar un análisis más profundo. Al final, se podrán comparar los ingresos por volumen de madera, que permitirán concluir la temática.

Para los estudios de raleo, se recomienda utilizar la "Derivada de parámetros dasométricos" modificada por el autor para este tipo de comparaciones.

Los árboles raleados no solo pueden ser comercializados como postes o palancas; se recomienda otorgar valor agregado al material, con la finalidad de incrementar las ganancias.

4. Bibliografía

[1]. ESPOL INFORMA. 2004. ESPOL estimula el cultivo rentable de la teca, generando trabajo y buenas prácticas ambientales y sociales (En línea, consultado el 3 de octubre del 2010, disponible en: http://www.espolinforma.espol.edu.ec/informativo/detalle.jsp?id=373&catid=0).

[2]. ASOTECA. 2011. Creación de la asociación ecuatoriana de productores de teca y maderas tropicales. (En línea), consultado el 15 de enero del 2011, disponible en: http://asoteca.org.ec/.

[3]. GALLOWAY, G. 1993. Manejo de plantaciones forestales: guía técnica para el extensionista forestal. CATIE. Serie Técnica. Manual técnico No 7; Proyecto Diseminación del Cultivo de Árboles de uso Múltiple. Colección Materiales de Extensión no. 1. 59 p.

[4]. CAÑADAS, L. 1983. El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. Ministerio de Agricultura y Ganadería/Programa Nacional de Regionalización Agraria, Quito, 242 pp.

[5]. BEER J. 1984. Normas para la investigación silvicultural de especies para leña. Serie Técnica. Manual Técnico No 1. CATIE. Turrialba, Costa Rica. pp: 18-33.